

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-509883

(P2001-509883A)

(43) 公表日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 C 21/00		G 0 1 C 21/00	D
G 0 1 S 5/14		G 0 1 S 5/14	
G 0 8 G 1/0969		G 0 8 G 1/0969	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願平10-519796  
 (86) (22) 出願日 平成9年10月29日 (1997.10.29)  
 (85) 翻訳文提出日 平成11年4月27日 (1999.4.27)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US97/19400  
 (87) 国際公開番号 WO98/25107  
 (87) 国際公開日 平成10年6月11日 (1998.6.11)  
 (31) 優先権主張番号 08/747, 161  
 (32) 優先日 平成8年11月8日 (1996.11.8)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 イータック インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 94025 カリフォルニア  
 州 メンロ パーク, オブライエン ドラ  
 イブ 1430  
 (72) 発明者 マチス, ダレル, エル.  
 アメリカ合衆国 94010 カリフォルニア  
 州 ヒルズボロウ ウエッジウッド ドラ  
 イブ 1585  
 (74) 代理人 弁理士 高橋 清

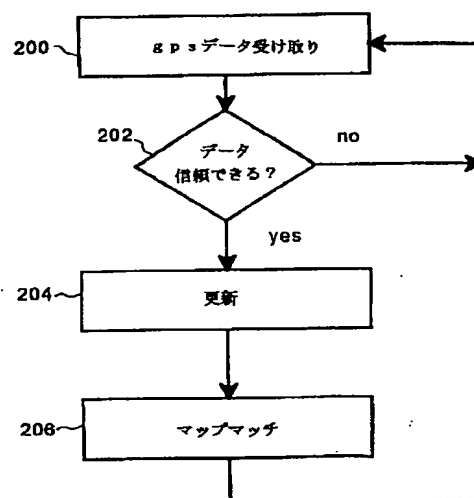
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 GPSデータを使用したナビゲーションシステム

## (57) 【要約】

電子地図とGPSレシーバを使用するオブジェクトの追跡システム (例えば街路上を移動する自動車を追跡する)。GPSレシーバは複数の衛星からデータを受け取り (200)、GPS導出位置と速度を決定する。オブジェクトの前の位置、GPS導出位置、速度、DOP、データが得られた衛星の連続性、に基づいてシステムはGPSデータが信頼できるか否か決定する (202)。GPSデータが信頼できる場合、オブジェクトの前の位置はGPS導出位置に更新される (204)。更新された位置は次いで地図の道路に一致される (206)。

Fig. 2



**【特許請求の範囲】**

請求項1. 電子地図とGPSデータを使用してオブジェクトを追跡する方法であって：

前記GPSデータが信頼できるかどうか決定し；

前記GPSデータが信頼できると決定された場合、前記GPSデータに基づいてオブジェクトの位置を更新する；

前記GPSデータが信頼できると決定された場合、前記オブジェクトの更新位置を前記電子地図に一致させる；

ステップを含むことを特徴とするオブジェクトを追跡する方法。

請求項2. 前記更新するステップが、1又は1以上のGPSセンサ以外のナビゲーションセンサからのデータを使用せずに前記GPSデータに基づく、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項3. 前記一致ステップが前記更新されたオブジェクト位置を入力として用い、そして前記一致ステップがマップマッチされた位置を出力し；

前記決定するステップが前のマップマッチされた位置を前記GPSデータが信頼できるか否か決定するために用いる；

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項4. 前記一致ステップが更にマップマッチされた移動方向を出力し；

前記決定するステップが前のマップマッチされた移動方向を前記GPSデータが信頼できるか否か決定するために用いる；

請求項3に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項5. 前記オブジェクト位置を前記マップマッチされた位置として報告するステップを更に含む；

請求項3に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項6. 前記GPSデータは前記GPS導出位置とGPS導出速度、衛星識別情報および不確実性情報を含む、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項7. 前記更新するステップは前の移動方向をGPS導出移動方向に更新

することを含んでいる、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項8. 前記更新するステップは前の移動方向を前記前の移動方向とGPS導出移動方向の混合へと更新することを含んでいる、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項9. 前記前の移動方向は前のマップマッチされた移動方向である、

請求項8に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項10. 前記決定するステップは前記GPSデータと前のGPSデータを比較することを含んでいる、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項11. 前記決定するステップは前記GPSデータと前のマップマッチされたデータとを比較することを含んでいる、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項12. 前記決定するステップは前記GPSデータと前記前のマップマッチされたデータに先立つデータとを比較することを含んでいる、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項13. 前記決定するステップは、マップマッチされた位置、GPS導出

位置、GPS導出速度、GPS衛星識別情報およびGPSエラー情報とに基づく、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項14. 前記決定するステップは、GPS導出位置が前の位置から第1の距離内にある場合、前記GPSデータは信頼できるという決定を行わない、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項15. 前記決定するステップは、GPS導出位置が前の位置から第1の距離内にあり、GPS導出速度が速度しきい値よりも大きい場合、前記GPSデータは信頼できるという決定を行う、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項16. 前記決定するステップは、GPS導出位置が前の位置からの第1

の距離より大きく且つ前記前の位置からの第2の距離内であり、位置変更方向とGPS導出移動方向が両方とも前の移動方向の第1の移動方向しきい値内にある場合、前記GPSデータは信頼できると決定する、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項17. 前記前の位置は直前にマップマッチされた位置である、

請求項16に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項18. 前記決定するステップが、次の場合GPSデータが信頼できると決定する；

前記GPS導出位置が前の位置からの最初の距離よりも大きく、前記前の位置からの第2の距離内にあり；

位置変更方向とGPS導出移動方向が両方とも第1の移動方向しきい値よりも大きく且つ第2の移動方向しきい値内であり；

ジャンプ指標が安定で；

衛星星座が一定であり；

GPS導出速度が速度しきい値よりも上にある；

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項19. 前記GPS導出移動方向が前記位置変更方向のジャンプしきい値内である場合、前記ジャンプ指標が安定している、

請求項18に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項20. 前記決定するステップが、前記GPS導出位置が前の位置からの第1の距離よりも大きく、前記前の位置からの第2の距離内であり、位置変更方向とGPS導出移動方向が前記前の移動方向の第1の方向しきい値内である、場合に；

前記更新するステップが前の移動方向をGPS導出移動方向と混合する、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項21. 前記一致ステップの出力がマップマッチされた位置であり、前記マップマッチされた位置が時々道路上にある、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項22. 前記一致ステップの出力はマップマッチされた位置であり、前記マップマッチされた位置は時々道路上にない、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項23. 前記一致ステップの出力はマップマッチされた位置であり、前記マップマッチされた位置は時々前記GPS導出位置である、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項24. 前記一致ステップの出力はマップマッチされた位置であり、前記マップマッチされた位置は前記GPS導出位置と前にマップマッチされた位置との混合である、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項25. 前記GPSデータがエラー情報を含み；

不確実性のエリアを定義するために前記エラー情報が使用され；

前記一致ステップがGPS導出位置を前記電子地図上の位置へ一致させるために前記不確実性のエリアを使用する、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項26. 前記GPSデータがエラー情報を含み；

等確率の輪郭を定義するために、前記エラー情報が使用され；

前記一致ステップがGPS導出位置を前記電子地図上の位置へ一致させるために前記等確率の輪郭を使用する、

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項27. 前記一致ステップは次のものを含んでいる：

1セットの可能性のある街路セグメントを見つける；

最も蓋然性の高い街路セグメントを前記可能性のある街路セグメントのセットから決定する；

最も蓋然性の高い街路セグメント上に最も適当な位置を決定し、前記最も適当な位置はマップマッチされた位置である；

請求項1に記載のオブジェクトを追跡する方法。

請求項28. プロセッサ読取可能な記憶媒体であって、プロセッサ読取可能な

プログラム・コードが前記記憶媒体上に具体化され、前記プロセッサ読取可能なプログラム・コードはオブジェクトを追跡するためのもので、電子地図とGPSデータを使用しており；

GPSデータが信頼できるか否か決定すると第1のプログラム・コードと；

前記GPSデータが信頼できると決定された場合、GPSデータに基づく前記オブジェクトの位置を更新する第2のプログラム・コードと；

前記GPSデータが信頼できると決定された場合、前記オブジェクトの更新位置を前記電子地図に一致させる第3のプログラム・コードと；

を備えたことを特徴とするプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項29. 第2のプログラム・コードが、1つ又は1つ以上のGPSセンサ以外のナビゲーションセンサからのデータを使用せずに、前記GPSデータを更新する、

請求項28に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項30. 前記第3のプログラム・コードが、入力として前記更新されたオブジェクト位置を使用し、そしてマップマッチされた位置と移動方向を出力し、

前記第1のプログラム・コードが、前のマップマッチされた位置と前のマップマッチされた移動方向を使用し、前記GPSデータが信頼できるか決定する、

請求項28に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項31. 前記第2のプログラム・コードが前の移動方向とGPS導出移動方向を混合する、

請求項28に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項32. 前記第1のプログラム・コードがマップマッチされた位置とGPS導出位置と、GPS導出速度と、GPS衛星識別情報とGPSエラー情報とを使用し、GPSデータが信頼できるか決定する、

請求項28に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項33. 前記第1のプログラム・コードは；

GPS導出位置が、前の位置からの第1の距離よりも大きく、前記前の位置からの第2の距離内であり、

位置変更方向とGPS導出移動方向が両方とも、前の移動方向の第1の移動方向しきい値の内にある、場合に；

前記GPSデータが信頼できると決定する；

請求項32に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項34. GPS導出位置と前のマップマッチされた位置とを比較し；

GPS導出移動方向と前のマップマッチされた移動方向とを比較し；

前記GPS導出位置の比較と前記GPS導出移動方向の比較の前記ステップに基づいて、前記GPS導出位置と前記GPS導出移動方向が信頼できるか否か決定し；

前記GPS導出位置と前記GPS導出移動方向が信頼できると決定された場合、前記GPS導出位置を前記電子地図に一致させる；

ステップを有することを特徴とする電子地図を使用してオブジェクトを追跡する方法。

請求項35. 前記一致ステップは、前記GPS導出位置を前記電子地図に一致させるために、前記前のマップマッチされた移動方向と前記GPS導出移動方向の混合を使用する、

請求項34に記載の方法。

請求項36. 前記一致ステップは、前記GPS導出位置を前記電子地図に一致させるために、前記GPS導出移動方向を使用する、

請求項34に記載の方法。

請求項37. GPS導出位置が、前の位置からの第1の距離より大きく、前記前の位置からの第2の距離内であり；

位置変更方向およびGPS導出移動方向は、両方とも前の移動方向の第1の移動方向しきい値の内にある；場合に、

前記決定するステップは前記GPSデータが信頼できると決定する、

請求項34に記載の方法。

請求項38. プロセッサ読取可能な記憶媒体であって、プロセッサ読取可能な

プログラム・コードが前記記憶媒体上に具体化され、前記プロセッサ読取可能なプログラム・コードはオブジェクトを追跡するためのもので、電子地図とGPSデータを使用しており；

GPS導出位置と前のマップマッチされた位置を比較する第1のプログラム・コードと；

GPS導出移動方向と前のマップマッチされた移動方向を比較する第2のプログラム・コードと；

前記GPS導出位置の比較と前記GPS導出移動方向の比較の前記ステップに基づいて、前記GPS導出位置と前記GPS導出移動方向が信頼できるか否かを決定する第3のプログラム・コードと；

前記GPS導出位置と前記GPS導出移動方向が信頼できると決定された場合、前記GPS導出位置を前記電子地図に一致させる第4のプログラム・コードと；

を備えたことを特徴とするプロセッサ読取可能な記憶媒体。

請求項39. GPS導出位置が、前の位置からの第1の距離よりも大きく、前記前の位置からの第2の距離内にあり；

位置変更方向およびGPS導出移動方向が両方とも、前の移動方向の第1の移動方向しきい値の内にある；場合に、

前記第3のプログラム・コードは前記GPSデータが信頼できると決定する、請求項第38項に記載のプロセッサ読取可能な記憶媒体。



**【発明の詳細な説明】****GPSデータを使用したナビゲーションシステム****発明の背景****発明の分野**

本発明は、GPSデータを使用して、例えば街路を移動する車両等の対象物を追跡するためのシステムに関する。

**関連技術の記載**

種々の自動車用のナビゲーションシステムが既に開発されており、街路を移動する車両の実際の位置に関する情報を提供するために使用されている。車両ナビゲーションシステムの共通の目的は、車両が街路を走行している間常に車両の実際の位置についての知識を自動的にいつでも維持すること（つまり、車両を追跡する）である。あるナビゲーションシステムは車両内で利用可能で、車両オペレーターに車両の位置についての知識を供給し及び／又は中央のモニタリング・ステーションが1台以上の車両の位置をモニターすることを可能にする。

例えば、そのような車両ナビゲーションシステムへの一般的な1つのアプローチとして「推測航法」(dead reckoning)が知られており、ここでは測定された距離および移動方向(heading)から「推測位置」(dead reckoned position)を求めることにより、車両は追跡される。推測航法原理に基づいたシステムは、例えば、車両に備えられた距離及び方向センサを用いて走行距離と移動方向を検出する。距離と方向のデータは、車両の推測位置を計算するために既知の方程式を使用して、例えばコンピューターによって処理される。車両が街路に沿って移動するとともに、古い推測位置は、センサによって提供された距離と移動方向のデータに応じて、新しい即ち現在の推測位置へ更新される。

推測航法を使用する従来のシステムに関する1つの問題は推測位置が進行するとともに生じるエラーの蓄積である。このエラーは部分的には距離と方向センサの可能な精度に対する本来的な限界の結果生じるもので、これにより正確に車両の走行距離も移動方向も表さないデータを出力することになる。このエラーに対

する補償がなされない限り、推測位置は次第に曖昧即ち不正確になっていく。従来推測位置に補足情報を供給することにより、このエラーの蓄積問題を解決する試みがなされ、推測航法車両ナビゲーションシステムが開発されてきた。

推測航法システムにおけるエラーを制限するために使用される付加的な情報の1つの例が電子地図である。電子地図は、物理的、社会あるいは経済システムの量を示す地理学的な参照電子データから成っている。電子地図に含まれた情報の範囲は無制限である。例えば、電子地図は、経度、緯度、高度、要素の間の距離、ドライブ時間、区画番号、税情報、旅行情報などを表すデータを含むことが可能である。さらに、コンピューター上にファイルとして地図を格納することにより、無制限のソフトウェア・アプリケーションがそのデータを操作することを可能にする。

電子地図を使用するシステムの1つの例は、米国特許4,796,191号「車両ナビゲーション・システムおよび方法」に示されている。このシステムでは、推測航法コンポーネントが生センサー・データを受理し、前の位置から新しい車両位置を生じさせるために履歴情報とこのデータを組み合わせる。これは得られたセンサー・データから走行距離および移動方向を計算する基本的な方法である。利用可能なナビゲーションセンサとして、差動オドメータ (differential odometers)、車両オドメータ (vehicle odometers)、コンパス、ジャイロスコープ、傾斜計、デフォガシヤント (defogger shunts) 及びGPSレシーバ等がある。

車両オドメータは、走行距離を表す数値を提供する。該計数は累積的で指標的で有り得、増加は1つの方角への移動を表わし、減少は別の方角への移動を表わす。該計数は車輪の回転のある分数に比例する。

差動オドメータは車両オドメータに似ている。それは、車輪回転の分数を表わす計数として走行距離を与える。それは左の車輪用と右の車輪用の一対のセンサである。両方のセンサは前輪あるいは後輪に装着することができる。左と右の計数は走行距離だけではなく相対的な方向も提供する。車両の物理的な大きさと結合した左右の車輪の計数値の差は、車両が方向転換した総量を与える。移動方向を測定するために使用された時、このセンサは低周波ドリフトを受ける。そのた

め実際に車両が直進している時に、車両が若干方向を変えているように表れる可能性がある。

ジャイロ스코ープは相対的な移動方向の別のソースである。ジャイロ스코ープは差動車輪センサに似た特性を持っている。これらのセンサは単位時間当たりの回転率を測定するから、移動方向変更を得るためには信号の時間的な総和をとる必要がある。

磁気コンパスは絶対的な移動方向情報を提供する。コンパスに関する主要な問題は、高周波ノイズに影響されやすいことである。さらに、自然物や人造物による磁気環境における変化に関する問題を有している。橋、陸橋、トンネルおよび大きな鋼構造建物は、コンパスに対する厳しい干渉を引き起こす可能性がある。これらは車両を再磁化する可能性さえある。フラックスゲート・コンパスは、水平面における地球の磁界の成分を測定する。そして、ある中心点に関する $x$ と $y$ のオフセットを生ずる。このオフセットは物理的な移動方向に形を変える。磁気環境の変化の結果、この中心とオフセット変化の時間変化を注意深く追跡する必要がある。また車両の再磁化により、コンパスの再校正が必要となる場合もある。一方のタイプのセンサを単独で使用するにより得られるものより優れた移動方向を得るために、コンパスから得られた絶対的移動方向を、差動車輪センサ或いはジャイロ스코ープからの相対的な移動方向と結合することが可能である。これは、これらセンサが相補的エラー特性を持ち、コンパスはドリフトせず又相対方向センサは高周波ノイズに比較的影響されないため、可能である。

山間部などにおける車両の傾斜はコンパスから計算された移動方向のエラーを招く。傾斜計はこの傾斜を測定し、コンパスの方向を修正することを可能にする。該センサは、車両のピッチとロールの角度に比例したピッチとロールの信号を出力する。

デフォッグ分路 (defogger shunt) は、車両に生成した磁界によって引き起こされたコンパスのエラーへの修正を供給する。このセンサの名前は、車両に生成された磁界の最も一般的な例、リアウインドウのデフォッグ回路に由来する。デフォッグ分路は、磁界のオペレーションおよび強さを検知する。デフォッグの校正はコンパス修正のためのこの入力と関係させるベクトルとスケ

ールを決定する。

推測航法では追跡車両の位置を決定するために上述のセンサを組み合わせる使用する。推測航法は、時間及び／又は距離に伴って増加するエラーを含んでいる。特定の道路ネットワーク上のどこにいるか知るために、かつ推測航法エラーを制限しておくために、少なくとも1つの先行技術システムはマップマッチング (map matching) を使用している。

マップマッチングは電子地図データ・ベース (それは街路情報を含んでいる) と推測航法の出力を使用し、可能な場合には道路ネットワーク上の新しい位置を導入する。この方法において地図上の車両位置を更新することは高精度のナビゲーションをもたらす、センサ校正の維持に役立つように推測航法にフィードバックを行う。

上記システムは正確なナビゲーション・ツールを提供するが、そのようなシステムは高価になる可能性がある。上述のように、該システムは多くのセンサの組み合わせと特別な電子技術を必要とする。従来のセンサやセンサの組み合わせは高い信頼性で推測位置を引き出すための十分なデータを供給することができなかった。より多くのセンサを使用することにより、システム精度は増加するが、システムはより精巧になり、システムのコストは増加する。従来技術のナビゲーション・システムは多くのセンサを使用するため、これらのシステムは非常に高価である。上記システムの別の問題は、自動車上にセンサをインストールし、維持し校正することが困難であることである。

加えて、マップマッチングにより車両の位置を間違った道路に再配置すると、上記システムのパフォーマンスは下がることになる。これは、極端に変則的な磁界、車輪滑り或いは地図エラーのために生じ得る。他の欠点は、計算された車両位置と最も近い適切な道の間の差が大きすぎる場合に、発生する。つまり、予め予測した許容エラーを越えることになる。これらの状況で、推測航法システムはその位置を更新しない。一度正しくない更新が行われるか或いはエラーが大きくなりすぎれば、正確なナビゲーションは手動操作の介入なしには自動的に回復し得なくなる場合がある。いくつかの従来技術のナビゲーション・システムの他の欠点は、システムのオペレーションがオペレータによって視覚的にモニタされ、

手動で校正されること、そして校正後に正確な初期の位置情報を手動で入力することを必要とする事である。

他のナビゲーションシステムではGPSデータを使用して車両を追跡する。GPSデータに基づいて、該システムは、車両の2次元或いは3次元の位置を決定する。その後この位置は地図上に重ねられる。車両位置の表示を街路へ整合させるために使用されるマップマッチングプロセスはなく、またGPSデータはジャンプしがちであり、信頼性が低い。

別の従来技術のシステムは、GPSセンサと結合して上述した（米国特許4,790,191号に関して）推測航法とマップマッチングプロセスを使用する。すなわち、上述の相対的ナビゲーションセンサ（車両オドメータ、差動オドメータ……）が、許容可能なエラー内のデータを提供している場合、該システムは車両位置を更新するためにはGPSデータを使用しない。該システムは相対的なセンサからのデータが許容可能なエラー内にあるか否かテストするためにGPSデータを使用する。そうでない場合は、該システムは車両位置をGPSデータに基づいて計算された位置へリセットし、またその後システムは推測航法とそれに続くマップマッチングのサイクルを実行する。このシステムは高価であり、インストールし維持しそして校正することが難しい。

#### 発明の概要

本発明は、概略すれば、GPSデータを使用して電子地図とマップマッチさせるオブジェクトを追跡するシステムを提供する。

GPSセンサは絶対位置センサであるため、従来の相対的ナビゲーションセンサとは同じようにGPSナビゲーションエラーは蓄積されない。しかしながら、従来のGPSセンサはあまり精度が高くない。位置エラーは一般的におこり、また、GPSにより導出された位置は車両が移動していない場合にさえ、周辺をジャンプすることがある。従ってGPSベースのナビゲーション・システムが必ずしも車両の円滑なトラッキングを与えず、走行街路を容易に識別することができ

ないという結果となる。ナビゲーションのためにGPSデータを使用することに伴う従来の欠点は、データを受理するか又は拒絶し、そしてマップマッチングと

GPSデータを組み合わせる新しい方法を使用する本発明により解決される。

GPSセンサは複数の衛星からデータを受け取り、GPS導出位置と速度（GPS derived position and velocity）を決定する。オブジェクトの前の位置およびGPS導出位置と速度、DOPおよびそのデータが受け取られる衛星座（satellite constellation）の連続性とに基づいて、本システムは該GPSデータが信頼できるか否か決定する。GPSデータが信頼できる場合、オブジェクトの前の位置はGPS導出位置へ更新される。その後、最新の位置は、道路地図に一致させられる。

本発明の1実施形態では、GPSデータが信頼できるか否か決定し、GPSデータが信頼できると決定した場合に、GPSデータに基づくオブジェクトの位置を更新し、また電子地図にオブジェクトの最新の位置を一致させるステップを含む。

本発明のこれらおよび他の目的と利点は、本発明の好ましい実施形態が図面と共に述べられた次の詳細な記述に明白に表われる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、GPSデータを使用して、オブジェクトを追跡するためのハードウェア・システムの一例を示す。

図2は本発明について説明するフローチャートである。

図3は図2に示された方法の一部についてさらに説明するフローチャートである。

図4は、GPSデータの処理のための部分を示すために4つの円が挿入された電子地図の一部を示す。

図5は図3に示された方法の一部についてさらに説明するフローチャートである。

図6は図3に示された方法の一部についてさらに説明するフローチャートである。

図7は図3に示された方法の一部についてさらに説明するフローチャートである。

図8はGPS導出位置とマップマッチした2つの位置とを示す地図の部分概略図である。

#### 発明の詳細な説明

GPSは米国国防総省によって運営され維持されている衛星ベースのナビゲーションシステムである。GPSは世界中に3次元のナビゲーションサービスを24時間提供している24の衛星の星座から成る。GPSは元々軍事の必要のために考えられたが、測量、船舶、陸上、航空、タイミング同期および車両ナビゲーションを含む、広い範囲の民間のアプリケーションを有している。

地球の周囲を回るGPS衛星への距離の計算によって、GPSレシーバはそれ自信の正確な位置を計算することができる。このプロセスはサテライトレンジング (satellite ranging) と呼ばれる。2次元位置の計算には、3つの衛星からのデータが必要である。高度を含む3次元位置の計算には、4つの衛星からのデータが必要である。GPSレシーバは、ネットワーク同期アプリケーションのために正確な時間や、ナビゲーションおよび他のアプリケーションのために速さ (speed) およびコース測定を供給することができる。

差動GPS (Differential GPS) はさらに高精度な位置精度を提供するより精巧なGPSナビゲーションの一形態である。差動GPSは、既知の位置に置かれたGPSレシーバによって生成されたエラー修正に依存している。参照ステーションと呼ばれるこのレシーバは、衛星レンジデータにおけるエラーを計算し、同地域を移動するGPSレシーバに使用されるための修正を出力する。差動GPSは、事実上衛星レンジにおける測定エラーをすべて除去し、高度に正確な位置計算を可能にする。

GPS衛星はCoarse/Acquisition (C/A) コードを送信し、衛星データはL1搬送周波数 (1575.42 MHz) に変調される。C/Aコードは各衛星の固有の番号である。各衛星から送信された衛星データは、GPSシステム全体の衛星暦 (satellite almanac)、それ自身の衛星天体位置表 (satellite ephemeris) 及びそれ自身の時計修正を含んでいる。

システム暦 (system almanac) は、その星座内での各衛星に関する情報と電離層データおよび特別のシステム・メッセージを含んでいる。天体位置表 (ephemeris) は、個々の特定の衛星の詳細な軌道情報を含んでいる。天体位置表データは毎時変わるが、(いくつかの場合に) 4時間までは有効である。パワーオンにおけるGPSレシーバの性能は、大部分は衛星天体位置表データの有無と精度及びGPSシステム暦の有無によって決定される。

図1は3つのGPS衛星100、102および104を示す。3つの衛星だけが描かれているが、3以上も使用可能である。GPS衛星100、102および104は、衛星から受け取られたデータを処理するGPSレシーバ106に信号(点線により示されている)を送信する。GPSレシーバ106の出力は、モニター110を含んでいるコンピューター108へ送られる。コンピューター108は486プロセッサやペンティアムRプロセッサあるいは他の適切なプロセッサを使用した標準のPCで良い。モニター110は地図112を表示するために設けられている。

適切なGPSレシーバの例はTrimbleナビゲーションからのSVeeSix GPSモジュールである。SVeeSixは高機能GPSアプリケーションのために設計された6チャンネルGPSレシーバ・モジュールである。該レシーバ・モジュールはレファランスオシレータ、シンセサイザおよびIF回路、デジタル信号処理ハードウェア、16ビットのマイクロプロセッサ、シリアルインターフェイス回路類、内部電源およびリアル・タイム・クロックを含んでいる。GPSレシーバ106は、衛星から信号を受け取るアンテナを含む。GPS信号は伝導性の表面を貫通しない。そのため、該アンテナは比較的妨げられていない視界を持つ必要がある。SVeeSixは自動的にGPS衛星信号を得て、8つ

までのGPS衛星を追跡し、且つGPS導出位置と速度(速さと方向)を計算するのに必要な回路類をすべて含んでいる。

GPS位置精度は、大気の影響、衛星およびレシーバクロックのエラー、およびセレクトティブアベイラビリティ(Selective Availability)



ity)によって低下する。米国国防総省は、セレクトィブアベイラビリティ(Selective Availability)と呼ばれるプログラムによって、故意に民間のユーザのためのGPS精度を下げている。セレクトィブアベイラビリティプログラムは、各衛星のクロックヘランダムなディザ(dither)を導入して各衛星の明確な位置を変調することにより位置エラーを作成している。この精度の希釈(dilution of precision(DOP))、エラーの値は特定のGPSデータの不確実性を意味している。

追跡されている位置はGPSレシーバ106のアンテナの位置である。アンテナ以外にアンテナとの相対位置が既知のオブジェクトを追跡するように他の実施形態を設計することが可能である。もしGPSレシーバ(アンテナを備えた)106が自動車内に備えられていれば、即ちシステムは自動車の位置を追跡する。また、歩行者かランナーがGPSレシーバ(及びアンテナ)106を保持することもできる。1つの実施形態では、コンピューター108をラップトップとして、システムを移動可能とする。かわりにGPSレシーバ106を携帯電話(cellular)か或いは電話モデムによってコンピューター108と通信することも可能である。

図2は本発明を実行するための一方法を示すフローチャートである。ステップ200において、システムはGPSデータを受け取る。図1に示されるように、GPSデータを受け取るための1つの手段は、GPSレシーバのために衛星からの信号を受信し、該信号を処理し、更にシステムに処理された情報を送る。或いは、システムはモデムによってGPSデータを受け取ることができ、データ・ファイルやシミュレーション・データは衛星などから直接受け取ることができる。ここに示された実施形態では、レシーバ106によってコンピューター108へ送られたGPSデータがGPS導出位置(経度と緯度)、GPS導出速度、DOP、および衛星星座の各メンバのリストを含んでいる。経度および緯度から、前

の位置からの位置変化を算出することが可能である。GPS導出速度(velocity)からGPS導出速さ(GPS derived speed)、GPS導出移動方向(GPS derived heading)を計算することが

できる。多くの場合では、速度が1時間当たり25マイル以上である場合、速度ベクトルだけが信頼できる。衛星星座は、GPSレシーバがデータを受け取った衛星のリストを含んでいる。実験によって、GPSレシーバが長時間同じ衛星からデータを受け取っている場合GPSデータがより確実なことがわかっている。衛星星座が変わる時、GPSデータの精度は落ちる傾向がある。

ステップ202において、システムは、最新の受信GPSデータが信頼できるか否か決定する。ステップ202への入力GPSデータ、および追跡されているオブジェクトの前の位置および移動方向を含んでいる。GPSデータがそのとき信頼できると決定されない場合、この方法はステップ200に戻る。GPSデータが信頼できる場合、(ステップ204ににおいて)システムはオブジェクト位置を更新する。ステップ204への入力GPSデータおよび前の移動方向を含んでいる。この実施形態では、ステップ204において前の位置からGPS導出位置までオブジェクトの位置を更新することを含むことが可能である。ステップ202の結果に基づいてオブジェクトの移動方向はGPS導出移動方向か又はこれらの混成に更新される。該システムは、前の移動方向(マップマッチングからの)とGPS導出移動方向間の相違を決定することにより混成への更新を行う。GPS導出移動方向は、前の移動方向側へ該相違の $1/3$ だけ変更される。この変更されたGPS導出移動方向が新しい移動方向になる。例えば、前の移動方向が $3^\circ$ で、GPS導出移動方向が $6^\circ$ である場合、2つの移動方向の混成は $5^\circ$ である。他の実施形態においては、移動方向を混成する異なる方法を使用することが可能であり、また同様に位置情報を混成することができ、更には他の適切な更新ステップを実行することが可能である。

ステップ204に続いて、該システムはマップマッチングステップ206を実行する。すなわち、システムはステップ204からの更新位置と移動方向を電子地図に一致させる。マップマッチングステップ206への入力、ステップ204からの更新位置と移動方向、精度の評価、前の位置、前の移動方向および電子地

図を含んでいる。マップマッチングの基本的なプロセスは、車両が走行している最も蓋然性の高い街路の候補である街路セグメントを識別すること、様々な基準

によって最良の候補を選択し該街路上に最も蓋然性の高い位置を新たな予測車両位置（マップマッチされた位置）として識別すること、を含んでいる。

マップマッチングステップ206の出力は、マップマッチ位置（the map matched position）、マップマッチ移動方向（map matched heading）と呼ばれる新しい位置および移動方向である。モニター110によってシステムのユーザに報告されるのは電子地図上の該マップマッチ位置である。ステップ206が完了した後、システムはステップ200に戻る。ステップ200-206の次の反復中では、最前に計算されたマップマッチ位置とマップマッチ移動方向は「前の位置」と「前の移動方向」になる。すなわち、新しいGPSデータがステップ200で受け取られる時、その新しいデータは、最後に行われたマップマッチングステップ206からの位置および移動方向と比較される。

ステップ202の方法は、前の移動方向、最後の位置とGPS導出位置との間の距離；前の位置から現在のGPS導出位置までの移動方向（位置換えの移動方向）；GPSから伝えられた方向（速度に基づくGPS導出移動方向）；DOP；衛星星座およびジャンプ表示；を含む、前の車両位置および現在のGPSデータから導かれたいくつかのパラメーターに基づいている。前の移動方向は最後の位置更新時（例えば、最後に行われたマップマッチングステップの後）の車両の方向である。前の位置と現在のGPS導出位置の間の距離は、この方法の論理を制御するための重要な要素である。例えば、GPS導出位置が現在の車両位置に非常に接近している場合、それはGPSレシーバ106が移動していないか非常にゆっくり移動しており、現段階ではなにも更新すべきではないことを意味する可能性がある。GPSによって与えられる方向と速さを含む速度は、車両が十分な速度で移動している場合に信頼性がある。上記で議論したように、DOP値はGPSエラーあるいは不確実性の指標である。

DOPは2つの方法で使うことができる。DOP値が非常に大きい時、それはGPSレシーバが良い解答を提供することが困難であることを示し、その

結果は大きなエラーを含むかもしれないことを示している。したがって、DOP

があるしきい値の上にある場合、GPS情報を無視することができ、ステップ202は、データが信頼できると決定せず、新しい位置は更新されない。第2に、DOP値が位置精度の或る示度を提供するので、それはマップマッチングのために使用することができる。これは、不確実性の合理的な範囲を提供するためにDOP数をスケーリング (scaling) することにより、通常行われる。

システムは、位置を決定するために少なくとも3つの衛星への一連の照準アクセス (line of sight access) を必要とする。GPSによって報告された衛星星座情報はGPSレシーバ106が何時衛星の異なるセットを使用し始めたかことを決定するために使用することができる。これは正常な衛星運動あるいはライン・オブ・サイト妨害 (line of sight obstruction) の結果起こる可能性がある。衛星の交換は、GPSレポートにおける突然の変化にしばしば関係しており、システムは該情報をGPSの安定および信頼度の指標として使用することができる。GPS導出位置を計算するために使用する衛星の構成に変更がない場合、衛星星座は安定している。さらに、該システムは、レポートが最少数の衛星に基づくかどうかチェックする。

安定性のチェックの他の方法は、GPS導出位置の不合理なジャンプをチェックすることである。該システムは、前のGPS導出位置から、現在のGPS導出位置への移動方向を計算し、現在のGPS移動方向とそれを比較することができる。この計算された移動方向がGPS導出移動方向とは著しく異なる場合、GPSレポートが不安定である可能性がある。この比較は互いに接近している2つのGPSレポートにおいて行ってはならない。何故ならば、該計算された移動方向は非常に多くのエラー（例えば、低速度により）を持つかもしれないからである。2つのGPSレポート間で要求される妥当な最小距離は150フィートである。移動方向差、例えば60°によりほとんどのGPSジャンプが検知される。60°未満のジャンプは、安定していると考えられる。

この方法の基本は、フィルタリングを伴ってGPSレポートを用いて推測航法をシミュレートし、次にマップマッチングを適用することである。GPSデータは、それが上述のパラメーターから明らかだった場合のみフォローされ、実際の

位置変更が行われる。該システムは、追跡されているオブジェクトが移動していたのと同じ方角で生じる位置変更をより簡単に認めるべきであり、そして該システムは分岐する方角への位置変更を認めるべきである。該分岐が大きいほど、より多くの注意が払われるべきである。

図3はステップ202および204についてより詳細に説明するフローチャートである。GPSデータが信頼できるかどうか決定する場合、最初のステップは、前の位置（例えばマップマッチングから）とGPS導出位置を比較することである。ステップ300において、システムはGPS導出位置がどの地域内にあるのか決定する。図4は、2つの街路S1およびS2を含む電子地図の一部分を示す。位置402は前の位置である。また、前の移動方向はS2に向かう街路S1に沿った方向である。位置404および406は、2つのGPS導出位置の例を表している。該地図は5つの地域に分割される：地域1（R1）、地域2（R2）、地域（R3）、地域4（R4）および地域5（R5）。本発明は5つ以上又は以下の地域において実行することができる。5つの地域を作成するために、4つの距離が選ばれる（D1、D2、D3およびD4）。この実施形態において、 $D1 = 150$ フィート、 $D2 = 300$ フィート、 $D3 = 450$ フィート、および $D4 = 1500$ フィートである。他の適切な値も使用可能である。距離D1は、その中心が位置402にあり、D1のラベルが付けられた円として示されている。距離D2は、その中心が位置402にあり、D2のラベルが付けられた円として示されている。距離D3は、その中心が位置402にあり、D3のラベルが付けられた円として示されている。距離D4は、その中心が位置402にあり、D4のラベルが付けられた円として示されている。地域1は円D1内のエリアである。地域2は円D2内で、円D1内ではないエリアである。地域3は円D3内で、円D2内ではないエリアである。地域4は円D4内で、円D3内ではないエリアである。地域5は円D4の外側のエリアである。例えば、ステップ300において、GPS導出位置が位置404である場合、システムはGPS導出位置が地域3にあると決定する。

システムが適切な地域を決定した後、システムはその地域のデータを処理する。1つのみのGPS導出位置を含むGPSデータの各セットについて、該システ

ム

は、ステップ302、304、306、308および310の1つを実行する。GPS導出位置が地域1にある場合、システムはステップ302を実行する。GPS導出位置が地域2にある場合、システムはステップ304を実行する。GPS導出位置が地域3にある場合、システムはステップ306を実行する。GPS導出位置が地域4にある場合、システムはステップ308を実行する。GPS導出位置が地域5にある場合、システムはステップ310を実行する。

ステップ302において、該システムは、位置の変更を認めるにはGPS導出位置が前の位置に近すぎると決定する。位置変更が非常に小さいので、システムは高信頼性で良い移動方向を決定することができない。したがって、システムは、GPSデータが信頼できることを決定することができない。他の態様において、GPS速度により地域1内のデータを有効にすることを可能にする。例えば、GPS導出速度が30mph以上である場合、該システムは、GPSデータが信頼できると決定でき、オブジェクトの位置をGPS導出位置に更新することができる。

図5はステップ304の方法を詳述するフローチャートである。図5のステップを理解するために、図4について述べる。地域2-4は移動方向に従って細分される。システムは3セットの移動方向情報を所有している。第1にシステムは前のマップマッチングステップからの出力である前の移動方向を認識している。第2に、GPSレシーバ106は、速度に基づくGPS導出移動方向を提供する。第3に、システムは、前の位置からGPS導出位置までの方向（位置換え方向）を決定する。GPS導出移動方向および位置換え方向は、前の移動方向と比較される。該比較はしきい値を参照して行われる。地域2は3つのしきい値： $h_1$ 、 $h_2$ および $h_3$ を含んでいる。したがって、第1の細区分は、前の移動方向の $h_1$ の内にある移動方向を含んでいる。GPS導出移動方向と前の移動方向との差がしきい値と同じ或いは以下である場合、GPS導出移動方向は前の移動方向の $h_1$ の中にある。例えば、 $h_1 = 10^\circ$ でGPS導出移動方向が $20^\circ$ および前の移動方向が $12^\circ$ である場合、GPS導出移動方向と前の移動方向の差（2

$0^{\circ} - 12^{\circ} = 8^{\circ}$  ) はしきい値  $h_1$  ( $10^{\circ}$  ) 以下又は同じであるからGPS導出移動方向は前の移動方向の  $h_1$  内である。図4は、前の移動方向と位置変

更方向を比較するための移動方向しきい値をグラフ的に示している。

地域2の第2の細区分地域は、前の移動方向のしきい値  $h_2$  内で且つ前の移動方向からのしきい値移動方向  $h_1$  以上の移動方向を含んでいる。3番めの細区分は、前の移動方向のしきい値移動方向  $h_3$  内で且つ前の移動方向からのしきい値移動方向  $h_2$  以上の移動方向を含んでいる。地域2のしきい値の例では  $h_1 = 10^{\circ}$  、  $h_2 = 25^{\circ}$  および  $h_3 = 45^{\circ}$  となっている。図4の中で示される、移動方向しきい値はプラスかつマイナスの値を持っていることに注意が必要である。したがって、 $8^{\circ}$  または  $-8^{\circ}$  の移動方向差は  $h_1$  内にあることになる。

図5のステップ500において、該システムは、GPS導出移動方向および位置変更方向が前の移動方向のしきい値  $h_1$  内にあるかどうか決定する。GPS導出移動方向および位置変更方向が前の移動方向のしきい値  $h_1$  内にある場合、GPSデータが信頼できると決定され、また、更新ステップ(図2のステップ204)がGPS導出位置へのオブジェクトの更新によりステップ502で遂行される。そして上述の移動方向の混合が行われる。GPS導出移動方向と位置変更方向が  $h_1$  内にない場合、ステップ504においてシステムはGPS導出移動方向および位置変更方向が前の移動方向の  $h_2$  内にあるか否か、ジャンプは安定しているか、また衛星星座は一定であるか(例えば星座のメンバーの変化はない)を決定する。ステップ504の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定され、また、更新ステップ(図2のステップ204)がステップ502で遂行される。満たされない場合、該システムは両方の移動方向値が前の移動方向の  $h_3$  内にあるかどうか、ジャンプは安定しているか、衛星星座は一定であるか、また速度は速度しきい値より上にあるか、についてステップ508でチェックする。速度しきい値の一例は30mphである。ステップ508の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定され、また更新ステップ(図2のステップ204)が、ステップ510で前の位置と前の移動方向をGPS導出位置と方向に更新することにより遂行される。満たされない場合、現在の移動方向又は

現在の位置への更新は行われず（ステップ506）。更新が行われなくても、システムは、将来のデータを有効にするために将来のGPSデータと現在のGPSデータを比較する目的のために現在のGPSデータを保存することが可能である。

図6は図3のステップ306を更に説明するフローチャートを示す。図4から見るように、地域3は2つの移動方向しきい値： $h_4$ と $h_5$ によって細分される。地域3のしきい値の例は $h_4 = 20^\circ$  および $h_5 = 30^\circ$  である。ステップ602において、システムは、前の移動方向のしきい値 $h_4$ 内に、GPS導出移動方向および位置変更方向があるか、ジャンプは安定しているか、また衛星星座は一定であるか、を決定する。図4を見ればわかるように、前の位置が位置402で、GPS導出位置が位置404である場合、位置変更方向はしきい値 $h_4$ の内にある。すなわち、ラインは位置402から位置404に引かれる。そのラインとS1の間の角度が位置変更方向であり、これは $h_4$ 以下である。これは、点402および404を抜けるラインは $h_4$ と書かれた切断線の下でD3と交差するので、図4の中で図示される。GPS導出位置が位置406である場合、位置変更方向はしきい値 $h_4$ 内にはないが、前の移動方向のしきい値 $h_5$ 内にある。

ステップ602の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定される。また、更新ステップ（図2のステップ204）は、GPS導出位置へのオブジェクトの位置の更新によりステップ604で遂行される。そして上述のように移動方向が混合される。満たされない場合、ステップ606においてシステムは、位置変更方向とGPS導出移動方向が前の移動方向のしきい値 $h_5$ 内にあるか、ジャンプは安定しているか、衛星星座は一定であるか、また速度はしきい値の上にあるか、を決定する。ステップ606の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定される。また、更新ステップ（図2のステップ204）が、前の位置と移動方向をGPS導出位置と移動方向へ更新することによりステップ608で遂行される。満たされない場合、現在の移動方向又は現在の位置への更新はされない（ステップ610）。



図7に、図3のステップ308について記述するフローチャートを示す。これはGPS導出位置が地域4以内にある場合に相当する。地域4は1の移動方向しきい値 $h_6$ を含んでいる。 $h_6$ に対する値の一例はほぼ $30^\circ$ である。ステップ702において、システムは、位置変更方向およびGPS導出移動方向が前の

移動方向のしきい値 $h_6$ 内にあるかどうか、ジャンプは安定しているか、衛星星座は一定であるか、また、速度は速度しきい値の上にあるかを決定する。ステップ702の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定され、また更新ステップ（図2のステップ204）が、GPS導出位置へのオブジェクトの位置の更新および上述の移動方向の混合によりステップ704で遂行される。満たされない場合、位置変更方向およびGPS導出移動方向の両方が前の移動方向からの $h_6$ より大きいかな否か、ジャンプは安定しているか、衛星星座は一定であるか、また速度はしきい値の上にあるか、をシステムはステップ706で決定する。ステップ706の条件が満たされる場合、GPSデータは信頼できると決定する。また、更新ステップ（図2のステップ204）を、前の位置と前の移動方向をGPS導出位置と移動方向へ更新することにより、ステップ708で遂行する。満たされない場合、現在の移動方向又は現在の位置への更新は行わない（ステップ710）。

GPS導出位置が地域5にあり、衛星星座が安定している場合、GPSデータは信頼できると決定される。また、更新ステップ（図2のステップ204）を、前の位置と前の移動方向をGPS導出位置と移動方向へ更新することにより遂行する。満たされない場合、更新は行わない（ステップ310）。

更新が行われない場合（例えばステップ506、608、710）、システムはオブジェクトの位置を更新しない。またシステムは、現在のGPSデータと前のデータより古いデータ（例えば2又はそれ以上前の反復）を比較する図3-7のステップを繰り返すことができる。前の位置の前の位置とGPS導出位置を比較することによって、GPS導出位置は、より遠い地域（即ち地域1のかわりに地域3の中で）にある可能性が高くなり、システムがGPSデータは信頼できると決定するチャンスが増大する。GPS導出位置を前の位置の前の位置と比較す

ることにより、このシステムはマップマッチングをより頻繁に行わせ、これによりユーザに次々とより多くの更新を提供する。

GPSから得られたデータが信頼できるとシステムが決定し、前にマップマッチされた位置を現在のGPS導出位置へ進めた後、システムはマップマッチングステップ（図2のステップ206）を実行する。マップマッチングの一般的な理

論について説明するために使用される図8は3つの街路S1、S2およびS3を示す。3つの点が図8に示される。点MMP<sub>p</sub>は前のマップマッチされた位置（例えば前のマップマッチングステップの出力）である。MMP<sub>p</sub>は街路S2の上にある。矢印MMH<sub>p</sub>は、前のマップマッチされた移動方向を示す。MMP<sub>p</sub>がS2の上にあるので、矢印MMH<sub>p</sub>はS2と平行である。矢印MMH<sub>p</sub>はマップマッチされた移動方向を図示するためにのみ使用されている。MMH<sub>p</sub>は、街路S2上に本当は挿入されるべきであるが、説明目的のためにS2の隣りに示される。電子地図の一例において、角度は真東を基準に測られる。すなわち、真東の方向は0°であり、正の角は反時計回りに測られる。点GDP<sub>c</sub>は現在のGPS導出位置である。矢印GDH<sub>c</sub>は、現在のGPS導出移動方向を表している。図8はMMP<sub>p</sub>からGDP<sub>c</sub>までの点線を示す。該点線に沿って、矢印DHがあり、これは位置変更方向を表わしている。

マップマッチングステップ（ステップ206）は、現在のGPS導出位置より蓋然性の高い位置が存在するかどうか決定する。より蓋然性の高い位置が存在することが決定された場合、現在のGPS導出位置は、MMP<sub>c</sub>として示される街路上の点、現在のマップマッチされた点に対応する或XY座標へ変更又は更新される。点MMP<sub>c</sub>は、追跡されているオブジェクトの実際の位置と一致しないかもしれないが、更新時に最も蓋然性の高い位置であると決定されている。またマップマッチングステップは、現在のGPS導出位置よりも蓋然性の高い位置が存在しないと決定することも可能であり、この場合現在のGPS導出位置は更新又は変更されないことになる。更に、GPS導出位置の混合である位置および街路セグメント上の位置へGPS導出位置を更新することを含んでも良い。例えば、マップマッチングステップはGPS導出位置をGPS導出位置とGPS導出位置

に近接し街路セグメント上にある位置との間の中間の位置に更新することも可能である。

図8はさらにCEPと名付けられた点GDP<sub>c</sub>を囲む正方形示している。正方形CEPは、GPS導出位置の精度を評価するために用いられる等確率の輪郭を表している。本発明は、オブジェクトが動く時、任意の与えられたGPS導出位置の正確さの評価を提供し維持する。評価は車両又はオブジェクトの実際の位置

が正確に知られておらず、そのため該評価は車両が存在しそうな領域を覆うという概念を具体化している。或GPS導出位置の精度の評価は様々な形式で実行することができ、或GPS導出位置のマップマッチされた位置への潜在的な複数の更新位置の蓋然性を決定するために用いられる。参考文献としてここに組み込まれた米国特許第4796191号では、確率密度関数として或いは等確率の輪郭として位置の精度を評価を実行する一例を説明している。本発明は、正方形CEP内の領域に実際の車両の位置が含まれるという蓋然性が固定されているというような、DOPに基づいた等確率の輪郭を簡略化したものを使用している。正方形CEPの内部の領域は不確実性の領域と呼ばれる。

不確実性のCEPおよび領域はDOPに基づいて決定される。最初に、DOPは12のファクタにより計られる。このスケーリングは地図ユニットの中にDOP数を入れる。1つの地図ユニットは7.8227フィートに等しい。したがって、DOPに12と7.8227を掛けることによって、DOPファクタの次元はフィート単位に変換される。その後、この数はCEPを表わす正方形の各辺の長さとして使用される。例えば、システムによって受け取られたDOPが4である場合、CEPは各辺がおよそ375フィート( $4 * 12 * 7.8227 = 375.4896$ )と等しい正方形によって表わされる。この実施形態では、CEPは更新ステップ204中に計算される。しかしながら、ステップ206を含む他のステップの間にCEPを計算しても良い。

ステップ204により決定されるように、マップマッチングはGPS導出位置(GDP<sub>c</sub>)とGPS導出移動方向(GDH<sub>c</sub>)と共に始まる。街路セグメントのデータ・ベースから、マップマッチングは合理的な選択である街路を見つける

。この決定はマルチパラメータ評価によって行うことも可能であり、また或しきい値の内の車両移動方向と一致するセグメント、車両に十分近接した街路セグメント（例えば与えられた線分が交差するか、GPS導出位置の不確実性の地域内にある）、直前に最も蓋然性が高いと識別されたセグメントに接続する街路セグメント、の発見を含むことも可能である。これらの候補から、最良の街路セグメントが選択される。この選択は、最も接近している距離、移動方向での最良の一致、過去の選択との接続、センサ・データの過去の記録等のコンビネーションに基づ

いて行なわれることが可能である。最終結果は通常最も蓋然性の高い街路の選択である。時々選択が曖昧すぎ、最良の決定はその時に選択を行わないことである（つまり、GPS導出位置を単に維持する）。しかし、最も蓋然性の高い街路が識別される場合、最終ステップはその街路上の最も蓋然性の高い点を決定することである。街路上で最も接近している点を採用することによりこれを行うことができる。

他に確率分布として不確実性の地域を利用し、最も接近している点とわずかに異なる可能性のある最も高い確率の街路上の点を計算することがある。他の例は、マップマッチングステップが最も蓋然性の高い位置は道路上の位置ではないことを決定することを許容することである。マップマッチングプロセスの詳細な記述は、参考としてここに組み込まれた米国特許第4,796,191号、車両ナビゲーションシステムと方法、の中に見出すことができる。

最も蓋然性の高い街路上の最も蓋然性の高い点として識別された点は新しいマップマッチされた位置（MMPc）となる。最も蓋然性の高い街路の移動方向がマップマッチされた移動方向として使用される。その後、これらの値は地図上にオブジェクトの位置を表示するために使用される。

本発明の先の詳細な記述は、実例と記述の目的のために示されたものである。それは完全なものではなく、或いは開示された精密な形態に本発明を制限するものでもなく、また多くの変形や変化が上記の教示に照らして可能であることが明らかである。記述された実施形態は、本発明の本質とその実地的な応用を最良に

説明するために選ばれたものであり、これにより本技術の当業者は本発明を種々の実施例に或いは特定の使用に適合するように考慮された種々の変形と共に利用することが可能になる。本発明の範囲はここに付加された請求の範囲によって定義される。

【図1】

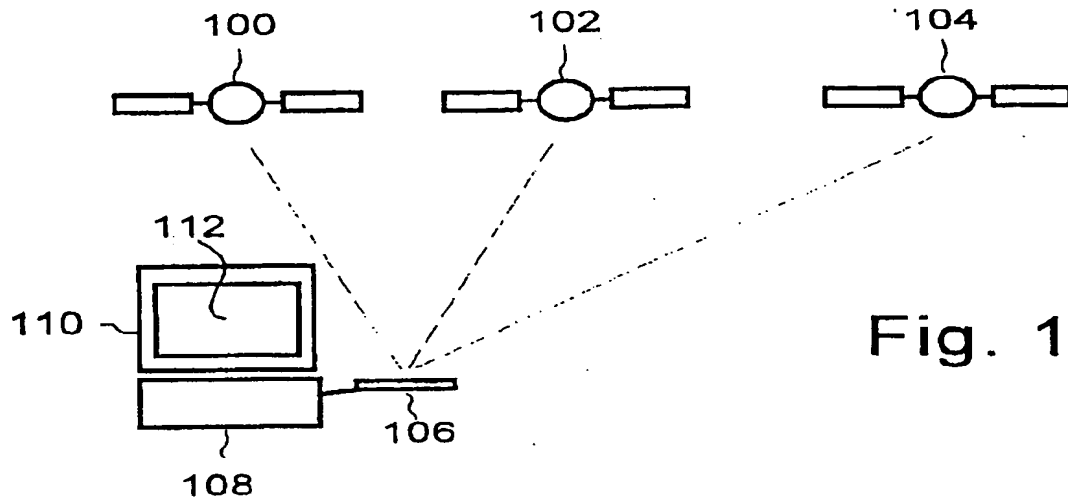


Fig. 1

【図2】

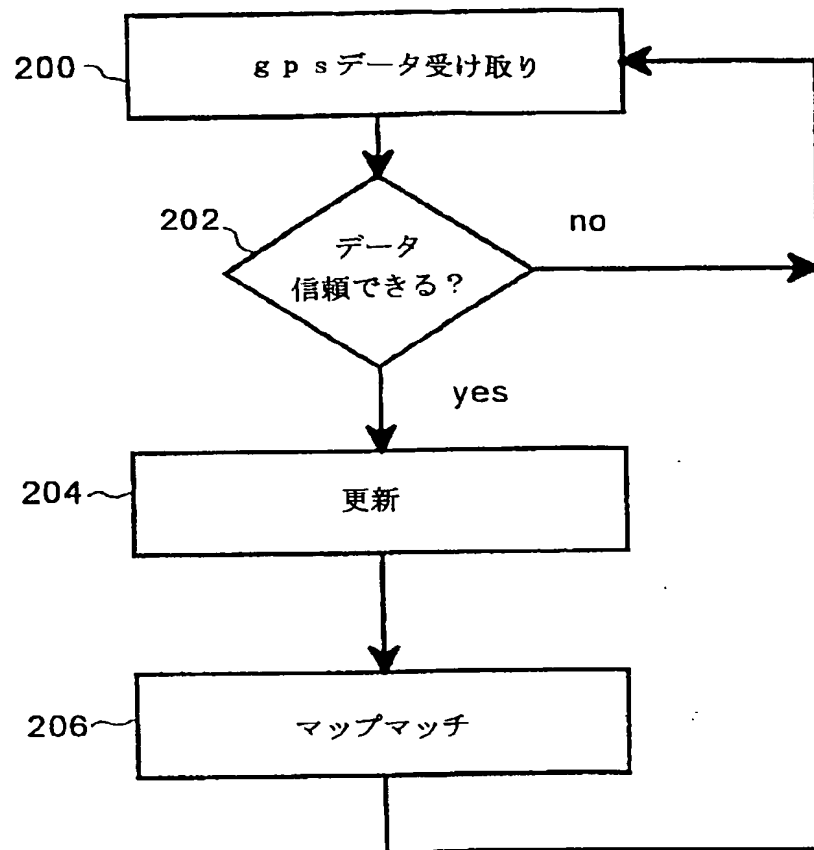


Fig. 2

【図3】

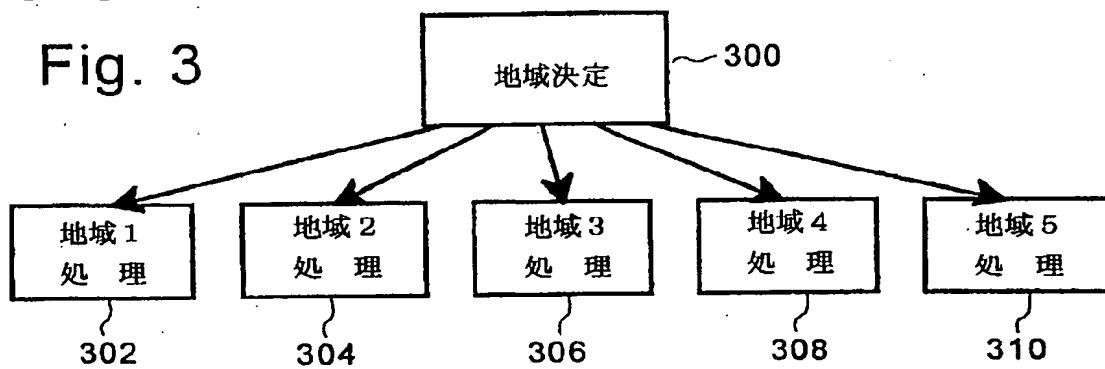


Fig. 3

【図5】

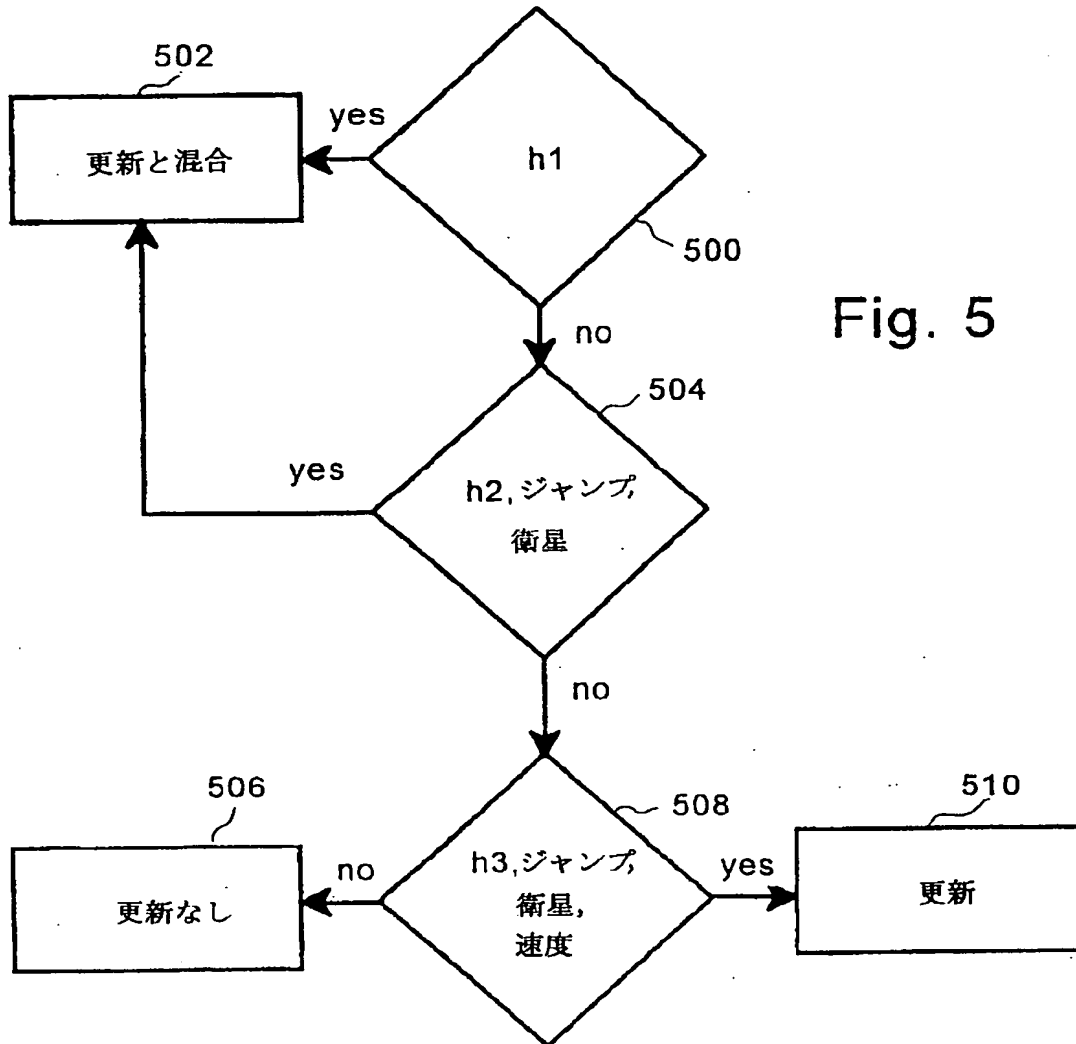
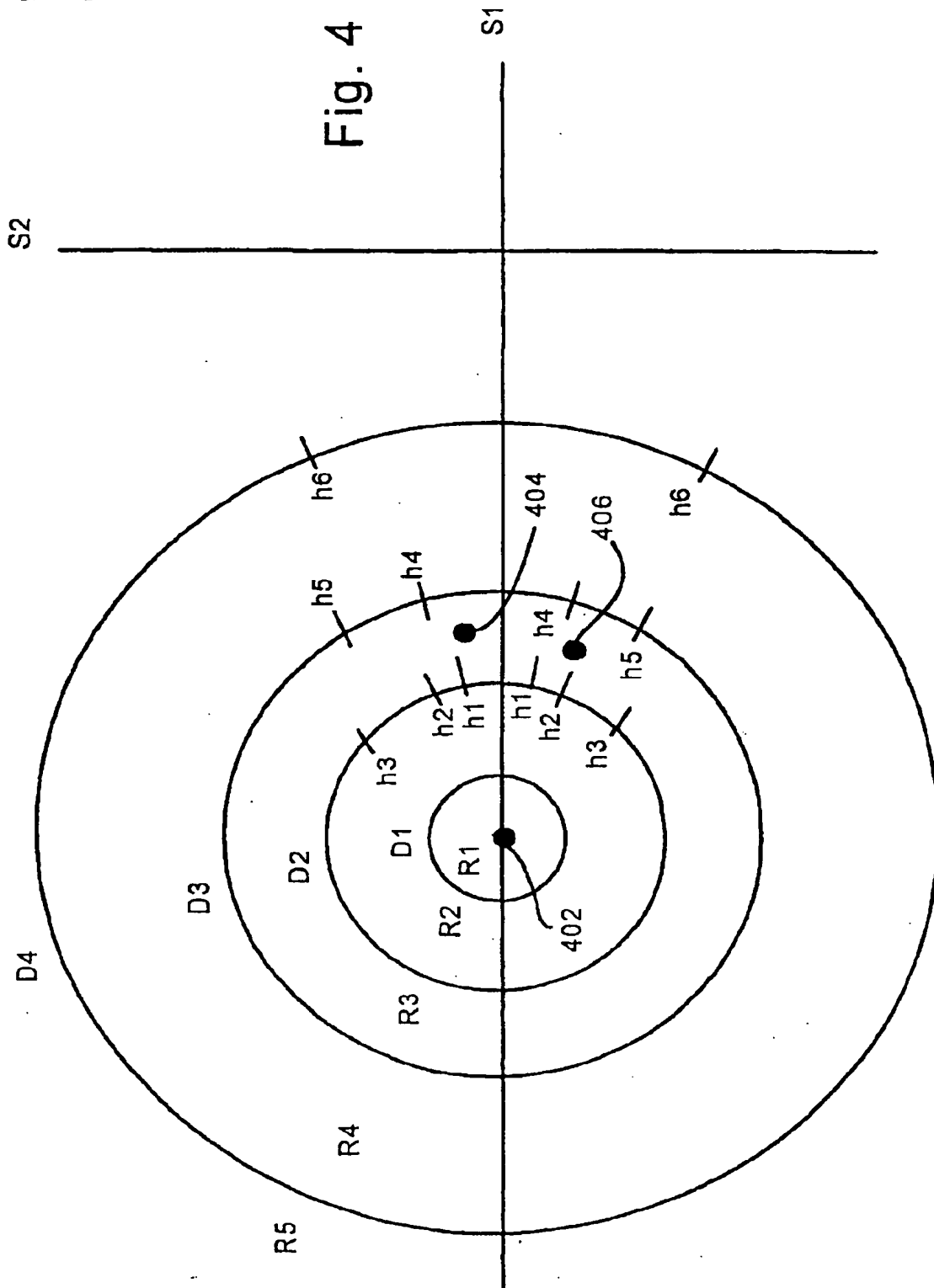


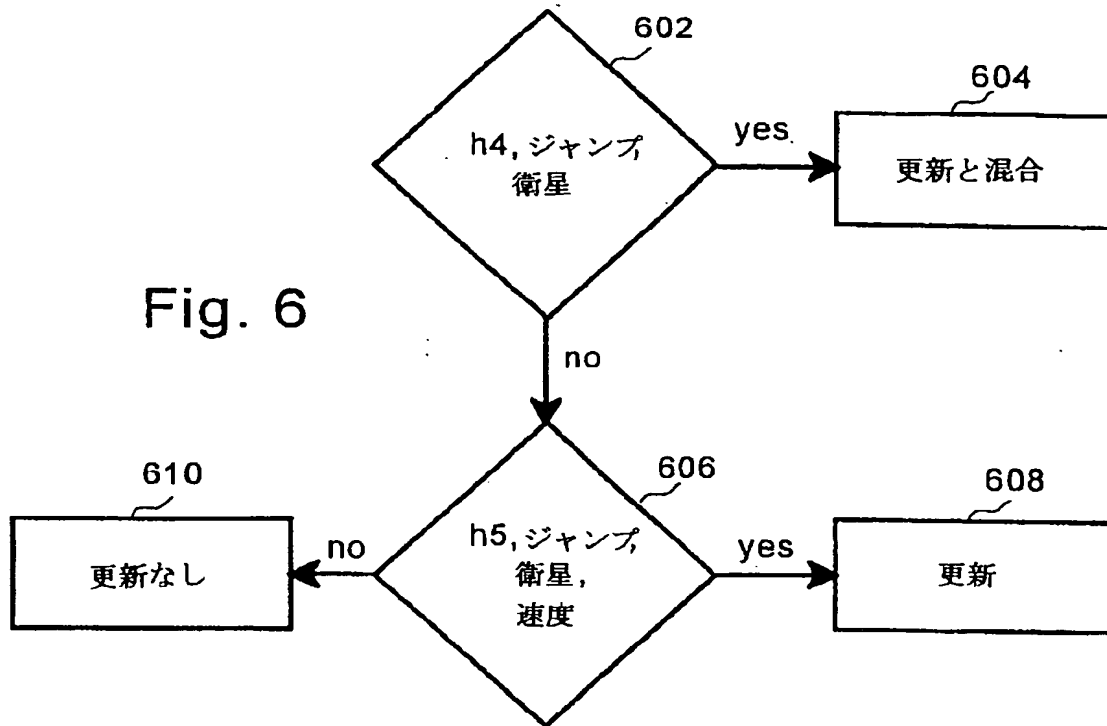
Fig. 5

【図4】

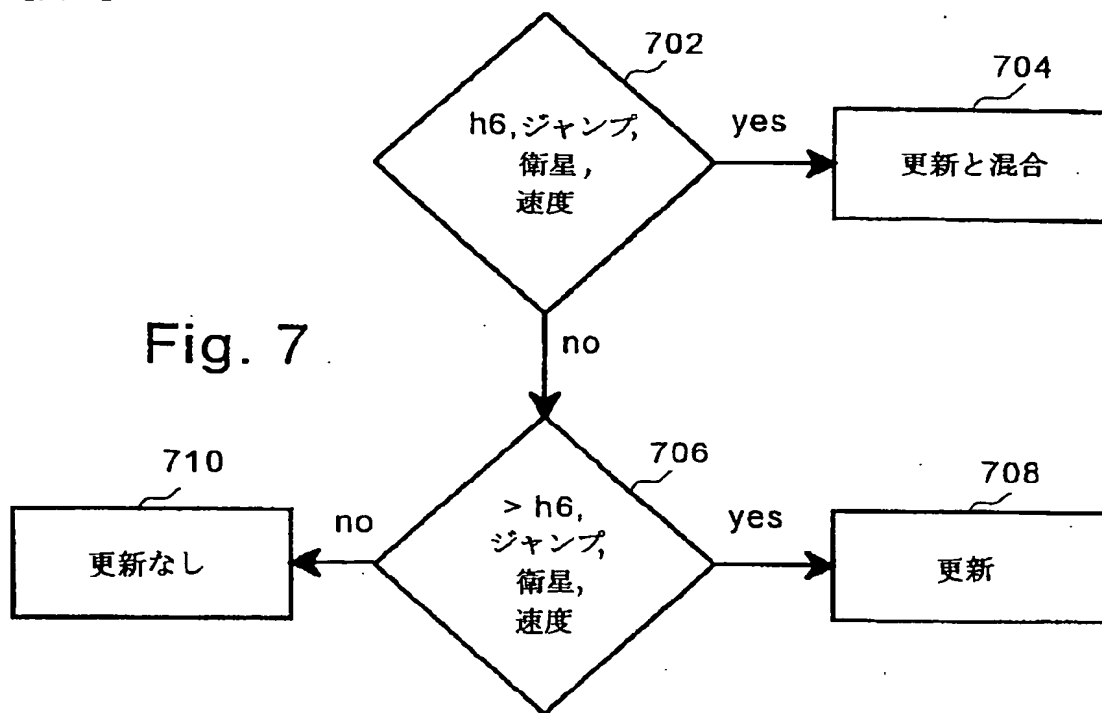




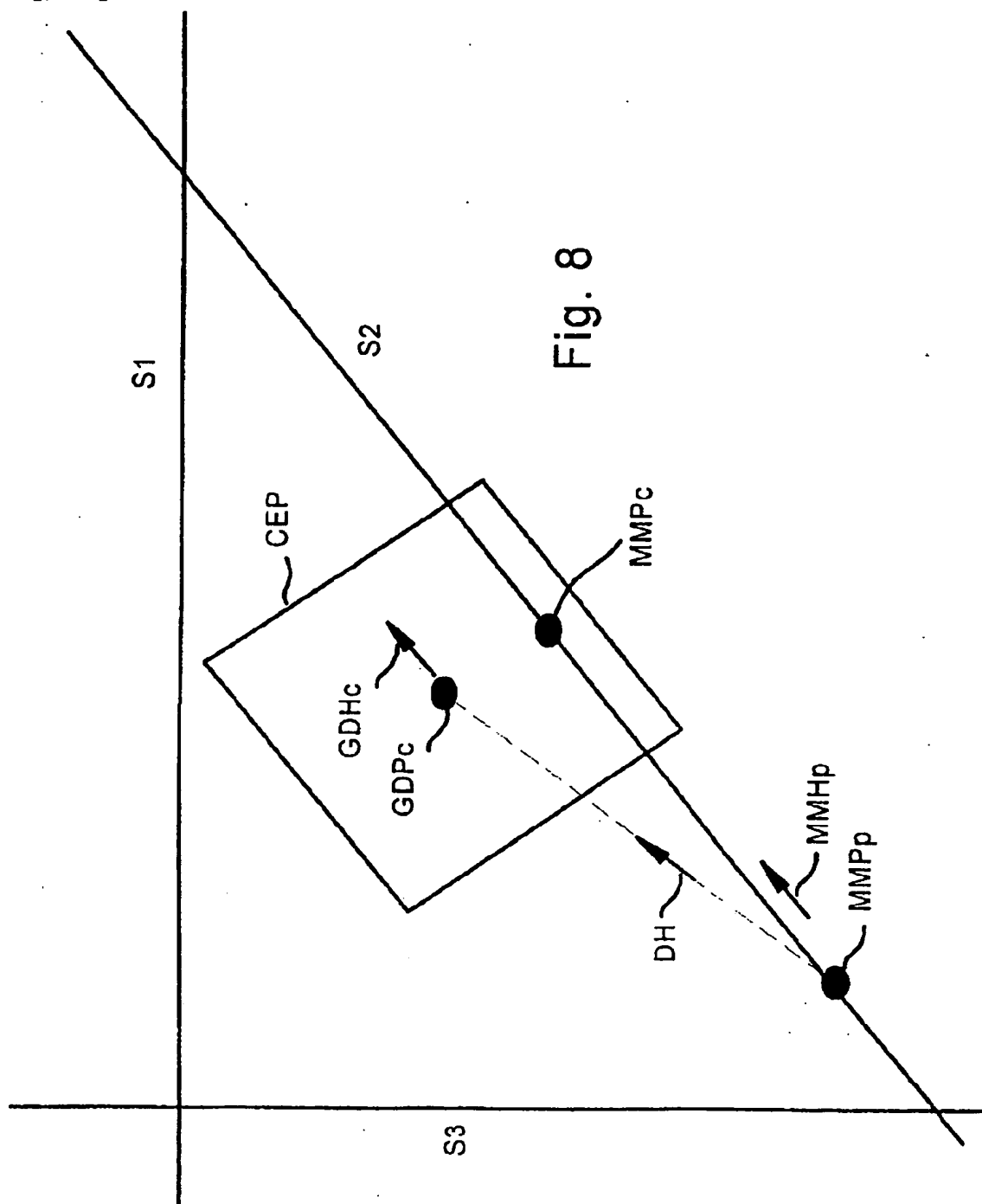
【図6】



【図7】



【図8】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US97/19400

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(6) : G01S 5/02 US CL : 701/213, 208, 214; 342/357, 457 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 701/213, 208, 214; 342/357, 457 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS text search, terms: match###, map#, database, OPS, reliab?, error.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5,276,451 A (ODAGAWA) 04 January 1994 (04.01.94), abstract lines 10-25, col. 1, line 61 through col. 3, line 26.	1,28,34,38
A	US 5,311,195 A (MATHIS et al.) 10 May 1994 (10.05.94), abstract, col. 4, lines 1-55.	1, 6, 10, 26, 28, 32, 34, 38
A	US 5,293,318 A (FUKUSHIMA) 08 March 1994 (08.03.94), abstract.	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 SEPTEMBER 1998		Date of mailing of the international search report 23 OCT 1998
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer Bill Cuchlinski <i>Diane Smith for</i> Telephone No. (703) 308-1113

---

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**